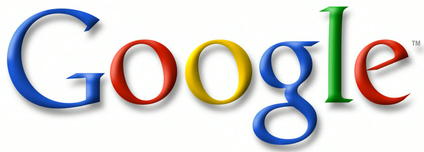


A. A[illegible] I[illegible]

Le Tramway Funiculaire

Rives - Thonon



ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

OUVRAGES DE L'AUTEUR :

Mémoire sur un Tramway électrique d'Annemasse à Samoëns. — 1885.

Etudes générales de Chemins de fer économiques sur routes dans le département de la Haute-Savoie. — 1887.

Type de voie métallique pour tramways : Nouveau rail à ornière et à patins. Breveté S. G. D. G. — 1889.

A. ALESMONIÈRES, INGÉNIEUR

LE TRAMWAY FUNICULAIRE DE RIVES A THONON

(HAUTE-SAVOIE)



GENÈVE-BALE-LYON
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR.

1889

PRÉAMBULE

La ville de Thonon est située sur la rive gauche du lac Léman, à peu près à égale distance de ses deux extrémités, Genève et le Bouveret. Bâtie sur un plateau élevé d'une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau du lac, son altitude au-dessus de la mer est de 425 mètres, celle du Lac étant de 375 mètres.

Ancienne capitale du Chablais, et jadis résidence des Comtes et des Ducs de Savoie, c'est aujourd'hui une ville de 5,500 habitants, chef-lieu d'une Sous-Préfecture.

Elle subit depuis quelquss années, grâce à une administration intelligente, une transformation complète. Des BAINS, construits avec toute l'élégance et les perfectionnements modernes y ont été établis. Les EAUX MINÉRALES DE LA VERSOIE, analogues à leurs voisines d'Evian, ont été captées et aménagées. De nouveaux et confortables hôtels ont été construits sur son plateau d'où la vue s'étend d'une part aux rives suisses du Léman et de l'autre aux grandioses cîmes de la Savoie.

L'air salubre qu'on y respire, la fraîcheur des eaux, de riantes promenades, le bon marché de la vie, la facilité des communications, tout concourt à faire de Thonon, d'ici peu d'années, une station estivale des plus agréables et des plus recherchées.

De tous temps ce fut une cité commerçante. Ses marchés et ses foires sont toujours trés animés.

Desservie d'un côté par le chemin de fer de Bellegarde à Saint-Gingolph, qui la relie directement au grand réseau P.-L.-M., elle possède également sur le lac un beau et vaste port où viennent toucher les nombreux bateaux à vapeur qui mettent la côte de Savoie en relations quotidiennes et très actives avec les villes de la rive suisse : Genève, Nyon, Lausanne, Vevey, etc.

De grandes barques à voiles y viennent chaque jour déposer ou prendre des marchandises.

Aussi le port de Thonon est-il un des plus importants du lac. Malheureusement, la nature même des lieux ne se prête pas facilement à l'établissement de communications rapides et commodes entre le débarcadère et la ville.

On n'avait auparavant que deux voies : la route nationale n° 202, établie à flanc de coteau, faisant un long détour de 2 kilomètres avec une rampe continue de 5 °/₀, et le chemin vicinal n° 2, d'une

longueur de 300 mètres environ, présentant une rampe moyenne de 20 %, accessible aux piétons seulement. L'une et l'autre, quoique en fort bon état d'entretien, offrent donc des inconvénients sérieux au mouvement actif du port de Thonon.

En présence de ces difficultés de communication, M. Alesmonières, ingénieur civil, eut l'idée de relier le port à la ville par une voie ferrée économique, en appliquant le système funiculaire à contre-poids d'eau mis en pratique avec succès dans quelques localités de la Suisse: la ligne de Territet-Glion, près de Montreux, en est un exemple remarquable.

Ce système permet de réduire au mininum les frais de construction et surtout ceux d'exploitation, lorsqu'on peut se procurer facilement l'eau nécessaire en quantité suffisante.

C'est en 1887 que M. Alesmonières demanda la concession du tramway funiculaire de Rives à Thonon, destiné au transport des voyageurs et des marchandises entre le port et la ville. Cette concession lui fut accordée par la ville de Thonon, le 11 juin 1887, M. Ph. Thorens étant Maire. Le décret déclarant les travaux d'utilité publique fut rendu le 30 janvier 1888. Grâce à l'activité déployée, cette petite ligne, qui rend aujourd'hui tant de services, fut inaugurée et mise en exploitation le 2 avril 1888.

Comme tous les chemins de fer de ce genre, le funiculaire de Thonon est d'une exploitation très simple. La ligne, à une seule voie de 1^{m},00 d'écartement d'axe en axe des rails, est parcourue par deux wagons qui partent simultanément des deux stations extrêmes et se croisent au milieu, où est installée une voie d'évitement.

Le wagon supérieur, augmenté d'une surcharge d'eau convenable, est relié au second par un câble en acier qui passe sur une grande poulie de renvoi fixée au sommet de la rampe; dès que les freins sont desserrés, il descend par son propre poids et oblige le wagon inférieur à gravir la rampe.

L'eau motrice est fournie par le trop-plein des fontaines publiques, qui a été affecté par la ville à l'usage spécial du funiculaire; cette eau vient s'accumuler dans un grand réservoir construit à cet effet près de la station supérieure, sous la place du Château.

INFRASTRUCTURE

Tracé. — La ligne part de la route nationale n° 202, à 100 mètres environ du débarcadère des bateaux à vapeur, au pied de la rampe de Rives à Thonon. Elle s'élève d'abord à travers champs, en longeant le plus près possible les maisons du hameau de Rives, étagées sur les flancs du coteau; puis s'infléchissant à droite, elle rejoint la rampe, dont elle utilise un accotement jusqu'à son extrémité où elle débouche sur la rue Michaud, à l'angle ouest de la place Château.

Les points d'arrivée et de départ ayant été imposés par suite de l'obstacle présenté par les constructions du hameau de Rives, on a été amené à tourner la difficulté au moyen d'un tracé en partie courbe : il se compose de deux alignements droits, le premier de 83^{m},28 de longueur, le second de 63^{m},20, faisant entre eux un angle de 130° 15', reliés par une courbe de 100 mètres de rayon et d'un développement de 86^{m},82. Au total, la longueur est donc de 233^{m},30, horizontalement, et de 238^{m},00 mesurée sur la pente.

Le croisement s'effectue dans la partie en courbe où l'on a établi à cet effet une voie d'évitement tracée suivant une courbe extérieure de 50^m de rayon et de $31^m,52$ de développement, se raccordant à la voie principale tangentiellement et sans contre-courbe par deux alignements droits de $16^m,30$ chacun. La largeur maxima de l'entrevoie est de $1^m,60$.

Profil en long. — De la cote d'origine, $377^m,28$, la voie s'élève à la cote extrême $423^m,82$, par une série de rampes de $0^m,08$ par mètre sur $5^m,00$, $0^m,10$ sur $10^m,00$, $0^m,22$ sur $77^m,10$, $0^m,21$ sur 98^m, $0^m,19$ sur $33^m,20$ et $0^m,13$ sur $10^m,00$. Elle rachète par conséquent une différence de niveau de $46^m,54$, avec une rampe moyenne de $0^m,20$ par mètre.

Ce profil a été imposé par la nécessité de passer au-dessus du chemin de Concise à Rives à plus de 3 mètres de hauteur.

Profils en travers. — La plateforme des terrassements pour la voie simple a $3^m,00$ de largeur. En déblai les talus sont inclinés à 45° ; en remblai, ils sont à 3 sur 2. La superstructure repose sur une couche de ballast en pierre cassée de $0^m,40$ d'épaisseur ; celle-ci est au niveau de la chaussée sur la partie empruntée de la rampe de Rives, sauf pour les dix derniers mètres qui sont en déblai.

Le long des maisons de Rives, où l'on a dû réserver

un passage latéral, l'emprise a été réduite par un viaduc en maçonnerie et des murs de soutènement. Dans ces parties, la distance de l'axe de la voie au parement extérieur du couronnement des murs est au plus de $1^m,20$.

Ouvrages d'art. — Le principal ouvrage d'art de la ligne est le viaduc en maçonnerie, de 7 arches en arc de cercle de $6^m,60$ d'ouverture; outre qu'il diminue la largeur de l'emprise, il assure à la voie, élevée en cette partie de $3^m,00$ environ au-dessus du sol, une assiette très solide. Il s'étend sur une longueur de soixante mètres, entre le chemin de Concise et le chemin à piétons du sommet de Rives, auquel on a ménagé l'espace nécessaire sous la dernière voûte.

Cet ouvrage présente certaines particularités: sur toute sa longueur, la voie est inclinée de $0^m,21$ par mètre, et comme c'est précisément la partie où est installée le croisement, il en résulte que le viaduc est tracé en courbe de 100^m de rayon intérieurement et de 50^m extérieurement. Sa largeur varie de $3^m,90$ à $5^m,20$ au milieu, et décroît jusqu'à $2^m,50$. Les voûtes sont droites et disposées, dans le sens de leur longueur, suivant le rayon de la courbe de 100^m passant par leur axe; elles sont décrites en arcs de cercle d'un rayon de $4^m,00$ à l'intrados et de $5^m,30$ à l'extrados. Pour les parements extérieurs ou tympans, dont la face est

verticale, on a substitué à la surface cylindrique le plan tangent au milieu de chaque voûte.

Les appuis se composent de deux culées et sept piles qui font saillie sur le parement des voûtes et ont un fruit de $^{1}/_{20}$. Le couronnement des tympans des voûtes est incliné suivant la pente de la voie; celui des piles et culée est horizontal.

Le chemin de Concise est franchi à l'aide d'un pont métallique formé de poutrelles en fer reposant d'une part sur la culée inférieure du viaduc, de l'autre sur une culée symétrique se raccordant par des murs en retour avec un remblai qui s'étend sur une longueur de 40^{m} du côté de la station inférieure. Les traverses, également métalliques, qui supportent les rails, sont fixées sur les poutrelles par des fers cornières rivés. Le passage ainsi établi a 3^{m} d'ouverture et 3^{m},05 de hauteur moyenne.

SUPERSTRUCTURE

La voie, entièrement métallique, est composée de deux files de rails de 1m,00 d'écartement d'axe en axe et d'une crémaillère en acier fixés sur des traverses en fer.

Traverses.— Les traverses sont en fer, forme Zorès. D'une largeur totale de 150 m/m, elles offrent une largeur d'appui de 75 m/m. Leur hauteur est de 45 m/m, leur longueur de 1m,40. Pour chaque longueur de rail on a intercalé une traverse d'ancrage de longueur variable, commune aux deux voies dans le croisement, dont les extrémités sont noyées dans la maçonnerie du couronnement des voûtes et des piles sur le viaduc, et dans des murettes d'arrêt construites à cet effet en dehors de cet ouvrage. Cette disposition est nécessaire sur les fortes inclinaisons pour s'opposer au glissement des files de rails et à la descente de la voie tout entière.

Le poids de ces traverses est de 11 kil. par mètre courant. Elles sont simplement noyées dans du ballast en pierres cassées.

Rails. — Les rails, en acier, sont du type Vignoles. La hauteur totale est de 83 m/m, la largeur du champignon 45 m/m, celle du patin 74 m/m ; l'épaisseur de l'âme est de 10 m/m. Ils pèsent 17 kil. par mètre courant ; ils ont 6 mètres de longueur et sont portés par 7 traverses à écartement normal de 0m,90 et de 0m,60 aux joints. Ils sont fixés sur les traverses par des taquets ou crapauds en fer serrés par des boulons. Les joints sont éclissés en porte à faux et ménagent un jeu de dilatation.

Crémaillère. — Pour avoir un élément de sécurité de plus et une plus grande efficacité des freins, il a été adopté et placé une crémaillère. La crémaillère, sur laquelle engrène la roue dentée portée par l'essieu d'arrière de chaque voiture, est solidement fixée sur les traverses, dans l'axe de la voie, par des cornières et boulons.

Elle est du système Abt, c'est-à-dire formée de bandes d'acier de $^{30}/_{85}$ m/m de section dans lesquelles sont découpées des dents profilées suivant la développante du cercle. Leur pas est de 120 m/m.

Croisement. — Comme tous les funiculaires existants, celui de Thonon permet le croisement automatique et sans arrêt des deux wagons. Mais le cas se présentait ici avec deux files de rails seulement, au lieu de 3 ou 4 admis généralement pour les voies

ferrées de ce genre. Le problème a cependant été résolu d'une manière fort simple et très pratique.

Comme nous le verrons dans la description des voitures, celles-ci ont quatre roues : deux d'un côté qui sont plates, deux de l'autre qui sont à gorge avec double boudin. Ces dernières guident les véhicules et les dirigent sur leur voie respective au croisement, en suivant les rails extérieurs.

Quand une voiture arrive à la partie supérieure du croisement pour entrer sur la voie commune ou pour en sortir, suivant le cas, elle doit forcément passer sur l'un des brins du câble en marche. Pour permettre ce passage, à l'intersection du câble et du rail que suivent les roues plates celui-ci est interrompu et s'infléchit de chaque côté parallèlement au câble, de façon à former avec un contre-rail une rainure de 1^{m},20 de longueur. Cette rainure est assez large pour que le câble tendu, guidé par les deux galets verticaux voisins, ne frotte pas contre le rail ; le fond a été garni d'une fourrure en bois lui permettant de glisser sans s'endommager. Comme il reste entre le dessus du câble et la partie supérieure du champignon du rail un intervalle de 5 à 6 $^{m}/_{m}$, la roue plate peut passer sans inconvénient.

La même disposition des rails est adoptée pour le passage de la crémaillère, aux deux extrémités du croisement. La roue plate roule sur les dents des deux

files de la crémaillère formant le cœur du croisement.

La longueur totale de la voie posée est de $302^{m},00$, y compris la voie d'évitement.

Disposée comme nous l'avons décrite, la superstructure a exigé un poids de fer et acier par mètre courant de 80 kilog., soit en tout 24,000 kilog.

VOITURES

Le service des voyageurs et des bagages est fait par deux voitures d'une construction simple et solide, et relativement légères. Elles ont été construites à Thonon même. Elles sont à deux classes.

Chaque véhicule comporte deux plateformes: l'une à l'arrière, côté aval, large de $0^m,85$, est réservée au conducteur chargé de la manœuvre du frein à main; l'autre à l'avant, côté amont, large de $1^m,35$, est destinée à recevoir les bagages ; celle-ci est munie de portillons en fer.

La partie comprise entre ces deux plateformes, longue de $3^m,80$ sur $1^m,80$ de largeur utile, est la caisse à voyageurs proprement dite: elle est divisée en quatre parties larges chacune de $0^m,95$.

La première, séparée des autres par une cloison en bois, est complètement fermée et ne communique qu'avec la plateforme du conducteur par une porte à coulisse. Elle est réservée aux voyageurs de première classe et contient quatre places assises.

Elle est éclairée de chaque côté, au fond et à l'avant par des glaces.

Les trois autres parties forment le compartiment de 2e classe. Elles ne sont séparées que par de simples traverses en bois à un mètre de hauteur, fixées d'un côté aux montants latéraux de la caisse et de l'autre à des barres verticales en fer rond aidant à soutenir le plafond et laissant entre elles un intervalle de 0m,70 au milieu de la voiture. Cette disposition permet aux voyageurs de s'accoter pendant la marche, le plancher n'étant horizontal que sur une rampe de 10 °/o.

Les parois pleines de ce compartiment ont 1m de hauteur, sauf pour la partie voisine de la 1re classe qui est fermée latéralement sur toute la hauteur.

On entre par la partie médiane munie de chaque côté d'une portière à charnière s'ouvrant en dehors. En outre une ouverture de 0m,70 de largeur donne accès sur la plateforme des bagages.

Le compartiment de 2e classe offre 22 places dont 18 debout et 4 assises dans le fond.

Le toit, parallèle au plancher, est de même longueur. La hauteur, du plancher au milieu du plafond, est de 2m,20.

Les dimensions extérieures de la voiture sont : 6m,00 de longueur sur 1m,92 de largeur.

La caisse à voyageurs repose directement sur la caisse à eau par son cadre inférieur qui y est maintenu par des cornières rivées.

La caisse à eau est en tôle. Sa hauteur est de $0^{m},92$ à l'arrière et de $0^{m},32$ à l'avant. Sa largeur est de $1^{m},84$ et sa longueur de $5^{m},92$. Sa contenance totale est ainsi de 6.500 litres.

Elle porte à l'avant, du côté droit, une bouche d'introduction d'eau; la vidange se fait à l'arrière à l'aide d'un clapet manœuvré par le conducteur.

Elle est fixée sur un châssis formé de deux longerons en fer [de $5^{m},95$ de longueur, parallèles à la pente, espacés de $1^{m},34$ et reliés par des entretoises de même nature.

Ce châssis est supporté par des ressorts d'acier en spirale, reposant par leur base sur les boîtes à graisse qui sont maintenues par des plaques de garde en acier de 10 $^{m}/^{m}$ d'épaisseur.

Les deux essieux ont entre eux un écartement de $2^{m},800$. Le diamètre des portées est de 100 $^{m}/_{m}$. L'essieu d'avant a 70 $^{m}/_{m}$ de diamètre au milieu, celui d'arrière qui porte la roue d'entrée a 120 $^{m}/_{m}$. Le diamètre des fusées est de 80 $^{m}/_{m}$.

Nous avons déjà dit qu'il y avait deux roues plates d'un côté etdeux roues à gorge de l'autre, disposition nécessaire pour le croisement automatique et le passage du câble. En outre ces dernières sont fixes sur leurs essieux, tandis que les autres sont folles afin d'éviter les glissements qui se produisent en courbe

accentuée par suite de la différence de vitesse des roues conjuguées.

Les roues, d'un diamètre de $0^{m},700$, sont en acier fondu.

Freins. — Chaque voiture est pourvue de deux freins : l'un manœuvré à la main, l'autre agissant automatiquement en cas de rupture du câble ; l'un et l'autre pressent simultanément ou indépendamment sur deux jantes lisses formant les joues latérales d'une roue dentée sur laquelle elles sont boulonnées, et qui engrène sur la crémaillère centrale ; cette roue est folle sur l'essieu d'arrière et suit librement la crémaillère dont les dents sont par le fait ménagées.

Le frein à main, destiné plutôt au rôle de régulateur de la vitesse, suffit cependant pour arrêter le wagon en marche ; il est actionné par une manivelle, une vis et un système de leviers amplificateurs de l'effort initial et agit par le frottement exercé sur la jante par un ruban d'acier garni intérieurement de tasseaux de bois dur. Ce premier frein supplée seul aux besoins de la pratique.

Le frein de sûreté agit comme l'autre par un ruban d'acier frottant sur une jante ; seulement les tensions qu'il faut produire sur chacun des brins du ruban sont commandées par un système de leviers croisés en corrélation avec un contrepoids qui tombe lorsque

le câble se détend ou vient à se rompre. L'un des leviers, de moitié plus court que l'autre, laisse détendre le frein d'une quantité voulue pour permettre au second de serrer progressivement, afin d'éviter un arrêt trop brusque. C'est le système différentiel.

Le levier du contre-poids est formé de deux lames d'acier de 15 m/m d'épaisseur, espacées de 50 m/m; placé du côté de la roue à gorge, il est relié aux leviers du frein par un arbre de transmission horizontal de 40 m/m de diamètre; il est coudé pour recevoir à sa partie inférieure l'attache du câble qui y est fixée par un goujon en acier de 30 m/m de diamètre. La distance de l'arbre au contre-poids est de 1m d'axe en axe. Le contre-poids en fonte pèse 80 kilogs.

L'attache du câble se compose d'un cylindre conique en acier dans lequel pénètre l'extrémité du câble par la plus petite ouverture. Les fils de celui-ci sont détordus au sortir du cylindre dans l'intérieur duquel on coule ensuite un alliage fusible.

Les dimensions de ces diverses pièces sont calculées pour qu'elles puissent fournir en toute sûreté le maximum de travail qu'elles sont appelées à produire.

Les essais du frein automatique se font tous les trois mois. La voiture libre étant lancée à la vitesse de 3m,00 sur la pente de 0m,19, lorsque le câble est

décroché, s'arrête sur un espace de $1^m,20$ à $2^m,00$.

Telle que nous l'avons décrite, la voiture vide est d'un poids total de 5,000 kilog. pouvant se décomposer ainsi :

Caisse à voyageurs	1.300	kgs.
Caisse à eau	1.200	»
Châssis et freins	1.500	»
Essieux et roues	1.000	»
Total. . .	5.000	kgs.

La voiture peut contenir 26 voyageurs plus un conducteur formant avec les bagages un poids total de 2.000 kilog.

La surcharge maximum d'eau destinée à produire l'effort de traction nécessaire est de 6.250 kilog., indépendamment du poids de la voiture.

INSTALLATIONS MÉCANIQUES

Câble. — Le câble est en fil d'acier recuit. Il est d'une forme spéciale, composé d'une âme noyée dans du fil de chanvre goudronné, et d'une enveloppe.

L'âme comporte 19 fils cylindriques de $^{18}/_{10}$ donnant une section de 50 $^{m}/_{m}$.

L'enveloppe est composée de 16 fils prismatiques formant une première couche et de 24 fils semblables formant une deuxième couche.

Les fils sont enroulés et juxtaposés, puis passés à la filière sans présenter de torons. La surface est donc parfaitement cylindrique. Il pèse 3 kilog. par mètre courant.

La section des deux enveloppes est de	325 $^{m}/_{m}{}^{2}$.
La section totale du câble est de	375 »
Son diamètre est de	23 $^{m}/_{m}$ 5.
La charge de rupture est de	40.000 kgs.
Soit par $^{m}/_{m}{}^{2}$	106 kgs.

L'effort maximum de traction étant de 2,000 kil. environ, le câble ne travaille donc qu'au $^{1}/_{20}$ de la rupture.

Si l'on admet l'usure complète de la première enveloppe, le reste présentera encore une section suffisante pour travailler au $^1/_8$ de la charge de rupture.

Ce câble, dit *Excelsior*, semblait parfaitement convenir, en raison de sa forme, de sa souplesse, de sa légèreté et de sa force aux conditions de traction toutes particulières du funiculaire de Thonon. Mais les résultats de l'expérience n'ont pas confirmé ces prévisions. Aussi y a-t-on substitué comme réserve un câble à torons ordinaires.

Celui-ci a un diamètre de 30 $^m/_m$ et pèse 3 ^{k} 200 par mètre courant. Il est composé de 6 torons formés de 7 fils en acier de 2$^m/_m$ recouverts par 12 fils de fer de même diamètre.

Sa résistance totale est de 30.000 kilog.

Les 42 fils en acier représentent a eux seuls une résistance de 16.000 kilog.

Poulies de renvoi et de guidage. — La grande poulie de renvoi se trouve à 11 mètres de l'extrémité de la ligne, en dehors de la station; elle est installée dans une chambre en maçonnerie construite sous la rue Michaud. Cette chambre est recouverte moitié par des poutrelles métalliques, garnies de béton de ciment, moitié par un couvercle mobile en tôle muni d'un trou d'homme.

La poulie, qui a 3^{m},200 de diamètre mesuré dans la gorge, est horizontale. Elle a été fondue en deux pièces réunies par des collets et des boulons. Elle est solidement fixée par un axe de 2^{m},00 de longueur tenu dans deux coussinets et porté par une crapaudine; ces supports sont scellés dans des socles de granit.

Le passage souterrain du câble se fait dans des tuyaux en fonte de 0^{m},20 de diamètre.

La poulie de renvoi est disposée de manière que l'un des brins y arrive en droite ligne, tandis que l'autre revient s'aligner parallèlement au premier en passant sur une poulie de guidage horizontale de 1^{m},30 de diamètre. Celle-ci, placée également dans une chambre souterraine de même forme que la première, mais de dimensions réduites, est à une distance de 7^{m},65 de la grande poulie.

Pour guider le câble au changement de pente qu'il subit à son entrée sur la voie, on a ménagé deux poulies verticales de 1^{m},00 de diamètre, calées à 0^{m},50 de distance sur le même axe horizontal.

Elles sont à 1^{m},85 d'axe en axe, de la poulie guide.

Galets. — Ils sont de deux sortes:

Les galets à axe horizontal servent à supporter le câble et à le maintenir constamment au-dessus de la voie, dans les parties droites. Ils sont en fonte et ont 0^{m},250 de diamètre au fond de la gorge et 0^{m},340 à

l'extérieur. Leur axe tourne dans deux coussinets graisseurs fixés sur deux petits fers — qui sont boulonnés sur les traverses voisines. Ils sont espacés de 12 mètres; il y en a 24 sur tout le parcours.

Les galets à axe vertical, tout en remplissant le même but que les premiers, ont surtout pour fonction de maintenir le câble en courbe. Ils sont de forme tronconique et leur axe est incliné de manière que la génératrice du tronc de cône soit verticale du côté du câble.

Par suite du tracé courbe, le câble, en vertu de son élasticité, a constamment tendance à s'élever le long des galets verticaux, pour s'en échapper et prendre la corde de l'arc décrit. Il a donc été nécessaire de s'opposer à ce mouvement, et, après calculs et quelques tâtonnements, on est arrivé à trouver l'angle du frottement nécessaire.

Ce détail a constitué une des difficultés principales de l'établissement et du guidage en courbe.

En outre, le profil en long, qui est sensiblement convexe au croisement, tend, à mesure que la voiture descend, à appliquer le cable au bas des galets et par conséquent à le maintenir.

Ces galets sont munis de deux bourrelets, l'un à la base inférieure pour soutenir le cable, l'autre à la base supérieure pour l'empêcher de sortir. Leur

hauteur entre les bourrelets est de 0^{m},145, leur diamètre, 0^{m},140 à la base et 0^{m},110 au sommet. La hauteur totale est de 0^{m},200. Le bourrelet inférieur fait saillie de 0^{m},050; le supérieur de 0^{m},010. Ils sont maintenus sur leur axe par un écrou serré à bloc sur une rondelle en fer laissant un jeu de 5 $^{m}/_{m}$. Ils sont en fonte coquillée.

L'axe est fixé sur socle en fonte boulonné sur deux fers ⊔ qui repose sur les traverses voisines.

Ils sont espacés de 8^{m},00 dans la courbe de 100^{m} et de 6^{m},00 dans celle de 50^{m} de rayon. Il y en a 12 dans la première et 6 dans la seconde.

Eau motrice. — D'après un jeaugeage effectué au mois d'octobre 1886, les fontaines publiques de Thonon peuvent fournir un excédent d'eau de 5 litres par seconde, soit 432 mètres cubes par 24 heures. Cette eau est amenée par un égoût collecteur jusqu'à la place de l'Hôpital, d'où une conduite en fonte de 0^{m},120 de diamètre intérieur, établie sous la Grande-Rue, l'emmène dans le réservoir du funiculaire.

Celui-ci est construit sous la place Château, près de la station supérieure. Il se compose de deux chambres d'eau contiguës à radier concave et recouvertes chacune par une voûte. Sa contenance totale est de 480 mètres cubes.

On peut admettre 3 $^{1}/_{2}$ mètres cubes comme moyenne

du chargement d'eau utilisé pour une course et estimer le nombre moyen des courses à 40 par jour (1); la dépense journalière serait donc de 160 mèt. cubes. La contenance du réservoir suffit, par conséquent, pour assurer le service pendant trois jours.

Une conduite en fonte de 0m,200 de diamètre amène l'eau à la station supérieure où sont installés les robinets vannes d'alimentation des voitures.

Une conduite de 0m,120, se détachant de la conduite d'alimentation du réservoir, peut également amener l'eau directement aux voitures. Elle sert principalement en cas de nettoyage ou de réparation du réservoir.

Celui-ci déverse son trop-plein par un tuyau de 0m,120 communiquant avec l'égoût collecteur de la rue Michaud; c'est par cet égoût que s'écoulent aussi les eaux du réservoir lorsqu'on le vide, ainsi que celles du canal d'alimentation, lorsqu'on ne s'en sert pas.

Toute la partie métallique et le matériel roulant ont été construits, tant à Thonon même qu'à Evian, dans les ateliers de MM. Cornaz frères, ingénieurs, constructeurs-mécaniciens.

---

(1) Elles ont été quelques fois, par suite d'affluence extraordinaire, de près de 100 le même jour.

Stations

Station inférieure. — La plate-forme de la station inférieure à Rives, située à l'angle de la route nationale n° 202 et de la rampe de Rives à Thonon, est élevée de 2 m,00 environ, au-dessus de la chaussée. Elle est soutenue le long de ces deux voies par des murs en moellons reliés par une partie en pan coupé perpendiculaire à l'axe de la ligne et dans laquelle est pratiquée une ouverture de 2 m,00 de largeur, fermée par un portail en fer; cette ouverture donne accès sur la plate-forme par deux escaliers de 3 marches chacun, l'un extérieur, l'autre intérieur, reliés par un palier de 1 m,35 de largeur. Le mur de soutènement, couronné par des couvertes en granit, est surmonté d'une barrière en fer.

Une fosse de 2 m,30 de largeur reçoit la voiture de façon que le plancher de celle-ci se trouve au niveau de la bordure d'un trottoir large de 2 m,35, situé du côté gauche de la ligne entre la voie et le bâtiment de la station; ce trottoir, pavé, est horizontal sur une

longueur de 6m,00 ; il se prolonge à 15m,00 plus haut avec une rampe du 10 %.

La partie comprise, à droite de la ligne, entre la fosse et l'ancienne rampe de Rives, large également de 2m,35, est réservée au service des marchandises.

Le fond de la fosse est formé par un radier en maçonnerie cimenté, s'inclinant de chaque côté pour faciliter l'écoulement des eaux de la voiture dans le canal de décharge qui doit les emmener au lac.

Le bâtiment de la station inférieure, en charpente, de 6m,00 de longueur, sur 5m,00 de largeur, est divisé en deux parties de mêmes dimensions : l'une, entièrement fermée par des cloisons en briques, sert de bureau ; l'autre, clôturée simplement par des barrières en bois de 1m,00 de hauteur, sert de salle d'attente et d'entrepôt des bagages.

Au-dessus de la première partie, on a ménagé une petite chambre à laquelle on accède par un escalier extérieur.

Le bureau est muni de trois guichets pour la perception du prix des places, qui ne se fait qu'à la station inférieure : l'un, donnant sur le trottoir, est destiné aux voyageurs descendants ; l'autre, du côté de la salle d'attente, est pour les voyageurs montants; le troisième, enfin, situé du même côté que ce dernier

et symétriquement, sert à changer la monnaie dans les moments d'affluence.

Station supérieure. — Elle comporte un trottoir formant quai à droite de la ligne, de 3^{m},00 de largeur sur 12^{m},50 de longueur ; il est en rampe de 4 °/ₒ sur 8^{m},00 et se raccorde avec la rue Michaud par une rampe de 10 °/ₒ. Un abri en charpente le recouvre sur toute sa longueur.

Les vannes d'alimentation des voitures, au nombre de 3, l'une de 0^{m},120 et les deux autres de 0^{m},200 de diamètre, sont dissimulées dans le mur de quai.

La station est clôturée le long de la rue Michaud par une palissade en bois qui vient redescendre le long de la rampe de Rives jusqu'à l'extrémité de la ligne, d'où une simple palissade de chemin de fer lui fait suite.

L'entrée, du côté de la rue Michaud, est fermée par un portail et un portillon en bois.

Les deux stations sont réunies par un téléphone et une sonnerie électrique. Celle-ci sert aux signaux de départ et de mouvement des trains ; elle est nécessaire pour assurer la régularité et la sécurité du service, comme nous le verrons plus loin.

Service des marchandises

(Voie et Matériel)

Les marchandises dont le funiculaire effectue le transport du port à la ville, ou vice-versâ, se composent principalement de farines, de sucres, de denrées coloniales, de bières, de fers, de quincailleries, de pétroles, de tissus, etc.

Pour ce service, la station inférieure est reliée au port par une voie ferrée secondaire qui part du môle ouest, suit le quai et l'avenue centrale du débarcadère, puis la route nationale n° 202, pour venir aboutir, en décrivant une courbe de 12 m de rayon, à droite de la ligne principale et parallèlement à celle-ci.

Sa longueur totale est de 200 mètres. Elle est en palier sur le terre-plein du port, en rampe du 4 % sur la route et de 13 % à l'intérieur de la station.

Une voie spéciale pour les bagages s'en détache et va jusqu'au ponton du débarcadère des bateaux à vapeur.

Les rails, du type Vignoles et pesant 12 kilog. par

mètre courant, sont noyées dans la chaussée et accompagnés d'un contre-rail pour maintenir le passage du boudin des roues. Ils sont fixés directement à l'aide de tirefonds sur des traverses en chêne, avec un écartement intérieur de 0 m,60. Sur le débarcadère les rails sont remplacés par des fers plats de 12 m/m d'épaisseur vissés sur les madriers du pont.

A l'origine de la voie, on a construit un quai en moellons, haut de 0 m,80, recouvert par un hangar en charpente fermé ; celui-ci a 8 m de longueur sur 6 m,00 de largeur.

Les véhicules, au nombre de 4, affectés au service des marchandises, sont de deux sortes : deux sont disposés pour la voie de 1 m,00 et sont attelés en avant des voitures à voyageurs qui les poussent dans leur ascension ; les deux autres, construits pour la voie de 0m 60, servent à amener les marchandises du port au funiculaire.

Tous sont composés essentiellement d'une caisse découverte en sapin, de 0 m,30 de hauteur, fixée sur un châssis métallique reposant sur quatre roues.

Les wagons de la voie de 1 m,00 ont, comme les voitures, deux roues plates et deux roues à gorge ; l'arrière est relevé, pour diminuer autant que possible, la pente du plancher, au moyen de deux tiges métalliques intermédiaires entre les boîtes à graisse et la

partie inférieure du châssis. Ils sont également munis de ressorts en spirale d'acier. Ils ont 3 m,00 de longueur et 1m,80 de largeur. Le diamètre des roues est de 0m,60. Ils ne portent pas de freins. Trois chaînes d'attache, deux de chaque côté et une au milieu, les retiennent aux voitures. Ils peuvent supporter une charge maximum de 2,000 kilog.

Les wagonnets de la voie de 0m,60 ont 2m,00 de longueur et 1 m,50 de largeur. Leurs quatre roues, de 0m,50 de diamètre, sont à simple boudin. Ils sont munis d'un frein à vis agissant sur des sabots.

Leur capacité est de 1.200 kilog. Leur traction du hangar des marchandises au funiculaire se fait par cheval.

Enfin les bagages sont chargés sur des quadricycles en fer légers, poussés à la main.

Dépenses de construction

Les dépenses de construction de la ligne, y compris celles pour les installations relatives aux marchandises sur le port, se décomposent ainsi :

1° Etudes.	4.000
2° Terrains (fournis par la ville de Thonon).	pour mémoire
3° Terrassements	5.000
4° Maçonnerie et Bâtiments	50.000
5° Superstructure, installations mécaniques et canalisation	85.000
6° Câble	1.500
7° Wagons et voitures.	16.000
8° Téléphone et sonnerie électrique .	1.500
9° Mobilier et outillage	3.000
10° Frais généraux, intérêts, etc. . .	7.000
Total . . .	160.000

Exploitation

Toute l'entreprise a été fondée par le Concessionnaire lui-même qui l'a remise ensuite à une société qui s'est formée sous le titre de : *Société anonyme du Tramway funiculaire de Rives à Thonon,* au capital de 160,000 fr. effectivement versés.

Un Conseil d'administration composé de cinq membres dirige les affaires.

Le personnel du service d'exploitation comprend :

1° Un chef de service chargé de la perception et de la comptabilité ;

2° Un chef de traction chargé de l'entretien de la voie et du matériel roulant ;

3° Deux conducteurs ;

4° Un conducteur-camionneur qui prend et rend les marchandises et les bagages à domicile.

Le service des voyageurs se fait d'une manière très simple ; supposons les voitures à leurs stations respectives : les portières sont ouvertes, la caisse à eau est vide en bas, à moitié pleine en haut (cas ordinaire) ; à la station supérieure, les voyageurs montent directe-

ment en voiture; à la station inférieure, ils payent leur place en entrant, et lorsqu'ils sont installés le conducteur avertit son collègue par un coup de sonnerie allongé, si la voiture n'est pas complète; par plusieurs coups, si elle l'est ou s'il prévoit qu'elle le sera; dans ce cas, le conducteur à la station supérieure remet de l'eau dans la caisse et avertit, par un coup de sonnerie bref, lorsqu'il est prêt. Chacun se place alors à son poste, on desserre les freins et les voitures se mettent en marche à une vitesse de 2^m environ par seconde. Elles accomplissent par conséquent le trajet en deux minutes.

Arrivés à leur destination, les voyageurs quittent la station en haut directement, en bas après avoir payé leur place au guichet spécial pour les recettes provenant des descentes.

De leur côté, chacun des conducteurs prépare sa voiture pour une nouvelle course, l'un en vidant la caisse, l'autre en la remplissant.

Grâce aux deux guichets établis, le contrôle des recettes se fait clairement à chaque course, les prix des places étant différents pour la montée et pour la descente.

La recette de chaque course et par suite le nombre des voyageurs sont immédiatement inscrits sur un registre.

Le service des marchandises est un peu plus compliqué. Les wagonnets chargés sur le port sont amenés jusqu'à l'entrée de la station inférieure. Là, pour leur faire gravir la rampe de 13 °/₀, on les accroche à un câble s'enroulant sur un treuil placé à l'extrémité de la voie de 0m 60; on les tire ainsi jusqu'à ce qu'ils soient au niveau des grands wagons poussés par les voitures et sur lesquels on place leur chargement. Les marchandises sont ensuite montées à la station supérieure où on les recharge sur un camion qui les emmène à destination. Ce service des marchandises sera amélioré en évitant le transbordement, de façon que les wagonnets de quai soient poussés, avec leur chargement, sur les wagons trucs du funiculaire.

Les départs ont lieu toutes les dix minutes, ou à volonté, soit pour les voyageurs, soit pour les marchandises.

TARIFS

En pratique, le prix des places est généralement de 0f 10 pour la montée, 0f 05 pour la descente.

Voici les prix de transport des voyageurs, des bagages et des marchandises, fixés par le cahier des charges :

TRANSPORT DES VOYAGEURS

MONTÉE

1re classe, par personne	0f 15
2e » »	0f 10

DESCENTE

1re classe, par personne	0f 10
2e » »	0f 05

Les enfants au-dessous de cinq ans ne payent rien. De 5 à 10 ans, ils payent un prix unique de 0f 05. Au-dessus de 10 ans, ils payent place entière.

Les dimanches et jours de fête les tarifs de la montée sont augmentés de 0f 05.

Les chiens accompagnant les voyageurs sont transportés au prix unique de 5 centimes par course.

TRANSPORT DES MARCHANDISES

PAR PARCOURS TOTAL	PRIX — Montée. Semaine	PRIX — Montée. Dimanches et Fêtes	PRIX — Descente Prix unique
1° Bagages et Marchandises de 1re classe assimilables aux bagages accompagnant les voyageurs:			
Prix unique par colis et par kilog. jusqu'à 50 kilog. sans que la taxe totale par colis puisse être inférieure à 5 cent.	0 01	0 01	0 01
Ce prix est applicable aux bagages non tenus à la main. Pour les bagages tenus à la main, on l'applique à tout poids excédent 10 kilog., à raison de 0,05 c. par 5 kil. ou fraction de 5 kilog.			
2° Marchandises de 1re classe:			
Poissons frais, spiritueux, bois de menuiserie, épicerie, denrées coloniales, etc. Prix unique par 10 kilog. ou fraction de 10 kilog.	0 05	néant.	0 04
Chaque expédition au même expéditeur pesée ensemble, sans toutefois qu'une taxe totale puisse être inférieure à.	0 25	—	0 20
3° Marchandises de 2e classe:			
Produits agricoles, vins, bières. — Chaux. — Charbon. — Bois de charpente. — Pierres. — Fers. — Briques. — Houilles. — Engrais, etc.			
Par 100 kilog., jusqu'à 500 kilog. . .	0 40	—	0 25
Par 100 kil., au-delà de 500 kilog. .	0 30	—	0 20
(Ces prix comprennent le chargement et le déchargement pour les colis maniables à bras d'hommes).			
Il n'est pas fait de transport à petite vitesse les dimanches et jours fériés.			

Résultats de l'exploitation

La ligne a été ouverte aux voyageurs au commencement d'avril 1888.

La saison d'été 1888 a été très mauvaise pour toutes les industries de transport. Enfin pendant l'hiver, la navigation a très peu de services sur le lac Léman.

Voici le tableau des **Voyageurs** transportés depuis l'origine jusqu'au 1er janvier 1889:

MOIS	NOMBRE DE VOYAGEURS		
	à la descente	*à la montée*	*TOTAL*
Avril	3.931	4.272	8.203
Mai	3.521	4.723	8.244
Juin	4.354	5.538	9.892
Juillet	5.201	5.962	11.163
Août	5.329	6.909	12.238
Septembre . . .	5.130	6.620	11.750
Octobre	1.819	3.041	4.860
Novembre . . .	1.193	2.028	3.221
Décembre . . .	1.439	2.248	3.687
Totaux . . .	31.917	41.341	73.258

Pour les **Marchandises,** dont le service n'a commencé qu'au mois de septembre 1888, les résultats sont :

MOIS	POIDS KILOGRAMMES
Septembre	80.075
Octobre	65.558
Novembre	112.027
Décembre	84.015
TOTAL.	341.675 k.

Ces résultats, pour un premier exercice et dans des conditions climatériques mauvaises, sont très encourageants pour cette petite ligne, construite et exploitée dans les conditions de l'économie la plus stricte, mais qui répond à des besoins continus et sérieux.

Indépendamment de ses conditions spéciales de construction, elle résout un problème économique pour la ville de Thonon, dont les eaux publiques, après avoir été utilisées pour l'hygiène et la salubrité, servent ensuite d'instrument de transport.

TABLE DES MATIÈRES

Thonon, Imp. A. Dubouloz.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 02105 7420